

PENGARUH BERBAGAI METODE PENGUJIAN VIGOR TERHADAP PERTUMBUHAN BENIH KEDELAI

RENAN SUBANTORO dan ROSSI PRABOWO

Fakultas Pertanian Universitas Wahid Hasyim Semarang

ABSTRACT

Vigor is defined as a condition where healthy seed, when planted directly germinate quickly in different condition or potential groups of seeds to germinate fast, simultaneous and uniform then held a rapid growth in the general condition of the field. Old Seed will deteriorate. Symptom onset is only visible with a biochemical test or tress test. Continuing deterioration reduce the viability and vigor, even a poor crop performance though despite optimal environment. Experiments Paper Piercing Test is a test performed by germinating the seed vigor between the sand and filter paper. Germinated seed is old and new seed each totaled 50 seed to repeat 4 times, so there are 2 treatment on seed. Experiment Brick Gravel Test is a vigor test using shards of red brick as a medium for germination, with 2 soybean seed treatments, old and new, each amounting to 50 seeds with 4 replications. The results showed that: vigor testing showed that the higher seed vigor longer than the new seeds and media that generate the highest value for all parameters is brick gravel test, but the highest germination percentage achieved on paper piercing test.

Key words : vigor, deterioration, brick gravel, paper piercing

PENDAHULUAN

Menurut Yudono (2006) bahwa vigor merupakan kondisi benih yang sehat, apabila ditanam langsung berkecambah cepat, serentak dan seragam pada lingkungan yang berbeda kemudian mengalami pertumbuhan cepat pada kondisi normal di lahan. Adapun benih yang vigor mempunyai ciri-ciri : 1) mempunyai kecepatan berkecambah yang tinggi, 2) mempunyai keseragaman perkecambahan, pertumbuhan, dan perkembangan yang baik pada lingkungan yang berbeda, 3) mempunyai kemampuan untuk muncul pada tanah yang crusted, 4) Mempunyai kemampuan berkecambah dan muncul pada lingkungan suhu dingin, basah, berpenyakit dan tidak sesuai (understress condition, 5) Kecambah mampu berkembang normal, 6) Parameter penampilan dan hasil tanaman, 7) Storability yang baik pada keadaan yang tidak optimal.

Yudono (2006) berpendapat bahwa faktor yang mempengaruhi vigor meliputi :

1. Genetik

Sifat keturunan yang membentuknya pada biji (genetic make up). Vigor potensial berbeda pada species, varietas bahkan tanaman yang berbeda genotipnya. Hal

yang biasa dan mudah diamati yaitu hybrid, polyploidy dibanding inbreed dan normal diploid pada species yang sama. Contoh pada hybrid barley yang tumbuh cepat, lebih respon terhadap lingkungan, hasil meningkat karena morfologis lebih unggul. Juga pada jagung, semangka, cabe. Vigor yang dilandasi perubahan susunan genetik ini dihubungkan dengan pengaruhnya yang lebih baik pada proses metabolisme dalam hal ini misalnya kerja mitokondria yang superefisien ekstra aktif enzim sistem, untuk asimilasi, dan sinergistik material-material inti sel.

2. Kemasakan biji

Pada biji yang mencapai masak fisiologis, telah mencapai kesempurnaan fisiologis dalam perkembangannya untuk mendukung vigor. Pada saat ini biji mempunyai bobot kering maksimum, kadar air menurun pada biji orthodox dan siap mengadakan imbibisi. Biji yang belum masak dan biji lewat masak vigornya rendah.

3. Lingkungan

Ketersediaan air mempengaruhi komposisi kimia biji meskipun tidak langsung pada vigor. Suhu mempengaruhi proses perkembangan biji melalui kecepatan metabolisme, yang akhirnya mempengaruhi vigor. Sebagai contoh pada biji kedelai. Dengan meningkatnya suhu saat perkembangan biji, maka kandungan minyak menurun. Suhu meningkat pada 40 hari terakhir saat pemasakan biji, menurunkan vigor biji dan apabila selama pertumbuhan tanaman akan menurunkan hasil, misalnya kedelai tanaman C3. Kesuburan tanah mempunyai pengaruh terhadap komposisi kimia biji yang akan berperan dalam metabolisme dan vigor saat perkecambahan. Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa pemunculan bibit meningkat pada biji yang berasal dari tanah yang mengandung nitrogen lebih baik, Wheat dan ternyata pemupukan daun meningkatkan protein dan ukuran biji, meningkatkan vigor saat perkecambahan. Percobaan lain menyatakan bahwa peningkatan pemupukan nitrogen dan phosphor meningkatkan vigor biji yang dihasilkan.

4. Ukuran biji

Ukuran biji dari benih mempengaruhi vigor benih. Penanaman barley dan pea dengan benih yang berbeda ukurannya, menghasilkan panen yang berbeda. Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa biji-biji kecil memberikan nilai index vigor yang lebih tinggi. Namun yang terjadi di lapangan dapat sebaliknya. Pengaruh kerapatan benih berkorelasi positif dengan bobot biji dan vigornya. Sedangkan ukuran biji juga berkorelasi positif dengan bobot biji dan vigornya. Bobot biji menunjukkan jumlah cadangan makanan, protein, aktivitas mitokondria, kecepatan/kemampuan respirasi /produk ATP dan growth potensial. Guritno et al. (1995) menjelaskan bahwa hasil penelitian menunjukkan bahwa Biji yang mempunyai bobot tinggi tidak selalu memberikan ukuran tanaman yang lebih besar. Hal itu menunjukkan bahwa kualitas biji tidak hanya ditentukan oleh bobot biji yang bukan merupakan faktor dominan penentu kualitas

biji pada semua biji dengan bobot yang berbeda. Keadaan biji yang dapat menghasilkan organ fotosintesis yang besar pada awal pertumbuhan merupakan faktor yang menentukan kualitas biji.

5. Kerusakan biji

Kerusakan biji yang disebabkan mekanis, menyebabkan perkecambahan abnormal dan menurunkan vigor dibandingkan dengan biji yang tidak rusak. Dampak selanjutnya adalah pertumbuhan kecambah lambat, juga pertumbuhan tanaman dan pemasakan. Hasil yang diperoleh menurun. Semua aktivitas panen, prosesing, penyimpanan dan distribusi berpotensi sebagai penyebab kerusakan mekanis.

6. Deteriorasi

Biji yang sudah lama akan mengalami deteriorasi. Gejala permulaan hanya terlihat dengan biochemical test atau tress test. Deteriorasi yang berlanjut menurunkan viabilitas dan vigor, bahkan performance tanaman yang kurang baik meskipun lingkungan optimal.

7. Mikroorganisme

Infeksi mikroorganisme mengakibatkan kerusakan membrane sehingga terjadi leaching. Mikroorganisme yang awalnya saprofit kemudian menjadi parasit pada perkecambahan, misalnya *Phytophthora*, *Rhizoctonia* sp.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian Universitas

Wahid Hasyim Semarang, mulai bulan Januari-Maret 2013.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi benih kedelai baru dan kedelai lama, pecahan bata merah, pasir dan kertas filter. Sedangkan alat yang digunakan adalah bak perkecambahan, penggaris, sprayer, pinset dan oven.

Metode Percobaan dan Tahap Pelaksanaan

a) Percobaan Paper Piercing Test

Pengujian vigor dilakukan dengan mengecambahkan benih diantara pasir dan kertas filter. Benih yang dikecambahkan adalah benih lama dan baru masing-masing berjumlah 50 benih dengan ulangan 4 kali, sehingga terdapat 2 perlakuan pada benih.

Pelaksanaan :

- 1) Menyiapkan bak perkecambahan dengan media pasir lembab.
- 2) Benih kedelai ditanam sebanyak 50 benih kedelai sebanyak 4 ulangan.

- 3) Benih ditutup dengan kertas filter dan ditutup kembali dengan selapis pasir setebal 2-2,5 cm, kemudian disiram dan dipertahankan tetap lembab selama 7-10 hari.

b) Percobaan Brick Gravel Test

Pengujian vigor menggunakan pecahan bata merah sebagai media perkecambahan, dengan 2 perlakuan yaitu benih kedelai lama dan baru, masing-masing berjumlah 50 benih dengan 4 ulangan.

Pelaksanaan :

- 1) Menyiapkan bak perkecambahan plastik dengan media pecahan bata merah dengan diameter 2 mm.
- 2) Kemudian menyiram dengan air sehingga lembab.
- 3) Benih kedelai lama dan baru dikecambahkan diatas media pecahan bata merah sebanyak 50 benih dengan 4 ulangan.
- 4) Kemudian benih ditutup dengan selapis bata merah setinggi 2-2,5 cm, kemudian disiram dengan air dan dipertahankan agar media tetap lembab selama 7-10 hari.

c) Percobaan Sand Test

Pengujian vigor dengan menggunakan perlakuan benih lama dan baru, benih dikecambahkan pada media pasir dengan jumlah benih masing-masing 50 benih dengan 4 ulangan.

Pelaksanaan :

- 1) Menyiapkan bak perkecambahan plastik dengan media pasir lembab.
- 2) Kemudian menyiram dengan air sehingga lembab.
- 3) Benih kedelai lama dan baru dikecambahkan diatas media pasir sebanyak 50 benih dengan 4 ulangan.
- 4) Kemudian benih ditutup dengan selapis pasir setinggi 2-2,5 cm, kemudian disiram dengan air dan dipertahankan agar media tetap lembab selama 7-10 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

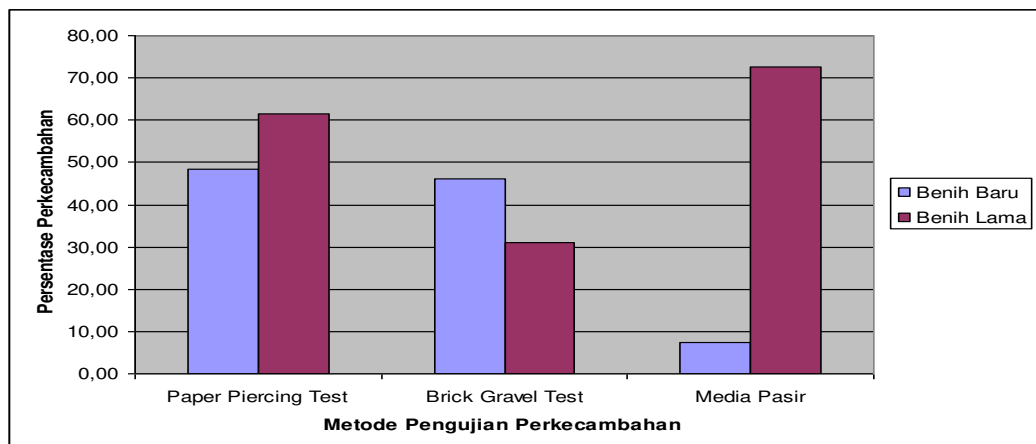
Hasil pengamatan persentase perkecambahan biji kedelai pada berbagai pengujian ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Perkecambahan Biji Kedelai pada Berbagai Metode Pengujian Vigor (%)

Ulangan	Paper Piercing Test		Brick Gravel Test		Media Pasir	
	Baru	Lama	Baru	Lama	Baru	Lama
I	50,00	52,00	70,00	42,00	16,00	58,00
II	66,00	72,00	24,00	12,00	2,00	66,00

III	50,00	60,00	24,00	10,00	2,00	82,00
IV	28,00	62,00	66,00	60,00	10,00	84,00
Jumlah	194,00	246,00	184,00	124,00	30,00	290,00
rata-rata	48,50	61,50	46,00	31,00	7,50	72,50
ta	2,45		2,45		2,45	
t hit.	1,47		0,85		9,09	
Keterangan: Berbeda tidak nyata		Keterangan: Berbeda tidak nyata		Keterangan: Berbeda nyata		

Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan bahwa pada biji kedelai persentase perkecambahan biji pada pengujian dengan metode *Brick Gravel Test* dan pengujian *Paper Piercing Test* menunjukkan perbedaan yang tidak nyata antara biji baru dan biji lama. Namun perkecambahan biji kedelai dengan metode Media Pasir menunjukkan perbedaan yang nyata. Untuk melihat perbedaan hasil pengujian dapat diamati pada gambar 1.



Gambar 1. Persentase Perkecambahan Biji Kedelai Lama dan Baru Pada Berbagai Metode Pengujian Vigor

Penggunaan biji lama dalam percobaan ini mampu berkecambah sama dengan biji baru pada pengujian dengan metode *Paper Piercing Test* dan pengujian *Brick Gravel Test*, sedangkan pada metode pengujian media pasir, ada perbedaan persentase perkecambahan antara biji lama dan biji baru. Persentase perkecambahan biji kedelai lama lebih tinggi dibandingkan dengan biji baru pada metode pengujian pada media pasir. Hal ini diduga biji lama tersebut telah mengalami penyimpanan yang lama tetapi organ-organ fungsional dalam biji masih hidup dan cadangan makanan masih mencukupi untuk dapat berkecambah pada saat biji diletakkan pada lingkungan yang mendukung untuk terjadinya

proses perkecambahan biji. Menurut Semsilomba (2008) bahwa suatu biji dapat berkecambah jika memenuhi syarat-syarat seperti embrio biji tersebut masih hidup, biji tidak dalam keadaan dorman dan faktor lingkungan menguntungkan untuk perkecambahan.

Menurut Gardner *et.al.* (1991) bahwa proses perkecambahan dimulai dengan penyerapan air oleh biji dan hidrasi dari protoplasma. Kemudian pengaktifan enzim dan pencernaan, transpor molekul yang terhidrolisis ke poros embrio, peningkatan respirasi dan asimilasi, inisiasi pembelahan dan pembesaran sel dan munculnya embrio. Pada biji baru dan lama pada percobaan ini cenderung memiliki nilai yang sama dengan waktu perkecambahan yang lebih cepat dan seragam sehingga vigor biji yang dihasilkan juga tinggi.

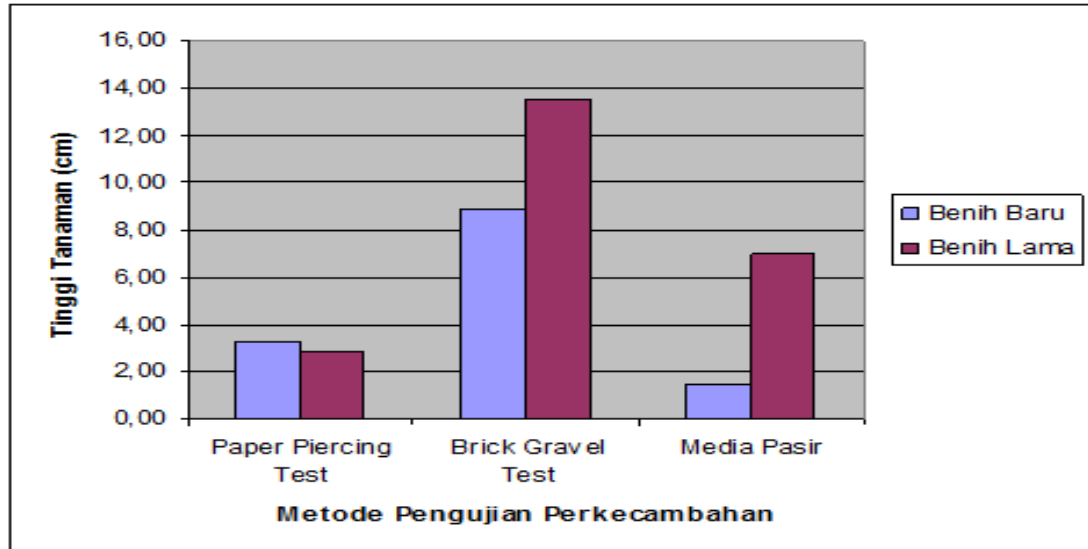
Hasil pengamatan terhadap tinggi bibit kedelai (cm), pada berbagai metode pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tinggi Bibit Kedelai (cm) pada Berbagai Metode Pengujian Vigor

Ulangan	Paper Piercing Test		Brick Gravel Test		Media Pasir	
	Baru	Lama	Baru	Lama	Baru	Lama
I	3,75	2,15	10,69	14,48	1,65	4,84
II	3,57	3,54	6,25	13,25	2,00	7,33
III	2,80	2,36	6,79	12,80	1,00	8,36
IV	2,91	3,53	11,73	13,49	1,20	7,50
Jumlah	13,03	11,59	35,46	54,02	5,85	28,03
rata-rata	3,26	2,90	8,87	13,50	1,46	7,01
ta	2,45		2,45		2,45	
t hit.	0,82		3,27		7,03	
	Keterangan: Berbeda tidak nyata		Keterangan: Berbeda nyata		Keterangan: Berbeda nyata	

Tabel 2. di atas menunjukkan bahwa metode pengujian viabilitas *Paper Piercing Test* menunjukkan perbedaan yang tidak nyata terhadap tinggi bibit benih baru dan lama, tetapi memberikan perbedaan yang nyata pada metode pengujian viabilitas *Brick Gravel Test* dan *Media Pasir*, antara benih baru dan lama. Metode pengujian *Brick Gravel Test* menunjukkan data tinggi tanaman yang lebih tinggi

dibanding *Media Pasir dan Paper Piercing Test*. Perbedaan hasil pengujian berbagai media perkecambahan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Tinggi Tanaman (cm) Biji Kedelai Lama dan Baru Pada Berbagai Metode Pengujian Vigor

Parameter tinggi tanaman (cm) diperoleh hasil tertinggi pada metode pengujian Brick Gravel Test, diikuti oleh metode pengujian media pasir, berbeda nyata antara biji baru dan lama serta biji lama mempunyai tinggi bibit lebih tinggi dibanding dengan benih baru. Hal itu menunjukkan bahwa pertumbuhan bibit yang diperlihatkan dengan tinggi bibit membuktikan bahwa biji lama masih dapat berkecambah dengan baik (daya tumbuh tinggi). Sedangkan biji baru belum mencapai masak fisiologis, sehingga menunjukkan tinggi bibit yang lebih pendek daripada biji lama. Menurut Gardner *et. al.* (1991) bahwa pertumbuhan bibit sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal antara lain iklim, tanah, biologis dan faktor internal serta vigor biji.

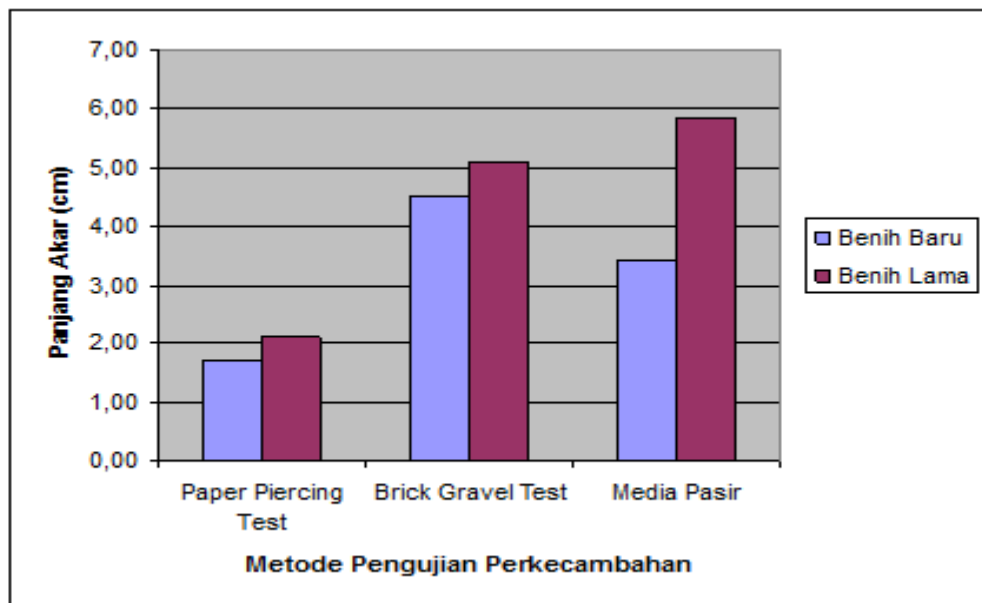
Hasil pengamatan terhadap panjang akar bibit (cm), pada berbagai metode pengujian vigor dapat dilihat dan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Panjang Akar Bibit Kedelai (cm) pada Berbagai Metode Pengujian Vigor

Ulangan	Paper Piercing Test		Brick Gravel Test		Media Pasir	
	Baru	Lama	Baru	Lama	Baru	Lama
I	1,70	0,88	5,13	4,88	4,06	3,77
II	2,19	1,58	3,46	5,25	1,50	6,26
III	1,45	1,19	3,58	4,10	4,50	7,24

IV	1,45	4,70	5,86	6,22	3,70	6,16
Jumlah	6,79	8,36	18,03	20,45	13,76	23,44
rata-rata	1,70	2,09	4,51	5,11	3,44	5,86
ta	2,45		2,45		2,45	
t hit.	0,44		0,82		2,43	
Keterangan: Berbeda tidak nyata		Keterangan: Berbeda tidak nyata		Keterangan: Berbeda tidak nyata		

Tabel di atas menunjukkan bahwa berbagai metode pengujian vigor tidak menghasilkan perbedaan yang nyata terhadap panjang akar bibit (cm). Hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Panjang Akar Bibit (g) Biji Kedelai Lama dan Baru Pada Berbagai Metode Pengujian Vigor

Untuk parameter panjang akar bibit (cm) diperoleh hasil tertinggi pada metode pengujian media pasir, diikuti oleh brick gravel test dan paper piercing test, tetapi tidak berbeda antara benih lama dan baru pada semua metode pengujian vigor. Pemanjangan akar yang terjadi merupakan fungsi dari pembelahan dan pembesaran sel. Semakin panjang akar bibit berarti proses pembelahan dan pemanjangan sel berlangsung dengan optimal. Akar yang panjang menentukan kemampuan bibit dalam menyerap air dari media dan hara dari cadangan makanan dalam embrio untuk proses metabolismenya. Hal itu diduga bahwa sebagian besar

asimilat hasil fotosintesis dialokasikan dibagian akar, sebagai suatu strategi dengan harapan agar tanaman lebih mampu menyerap air dan unsur hara lebih masuk ke dalam tanah. Menurut Amthor dan McCree (1990) dalam Sinaga (tanpa tahun) peningkatan alokasi relatif substrat yang tersedia ke akar yang selanjutnya menyebabkan produksi daun menurun, merupakan salah satu akibat perubahan konsentrasi antar bagian dalam sistem metabolisme tanaman yang mengalami cekaman air. Peristiwa tersebut sering diinterpretasikan sebagai mekanisme adaptasi terhadap kondisi langka air. Menurut O'Toole *et.al* (1979), akar yang panjang diperlukan bibit sebagai bentuk strategi terutama pada kondisi kekurangan lengas. Akar bibit yang panjang memungkinkan bibit menjangkau lapisan media tanam yang lebih dalam sehingga mampu menyerap air yang cukup untuk keperluan hidupnya.

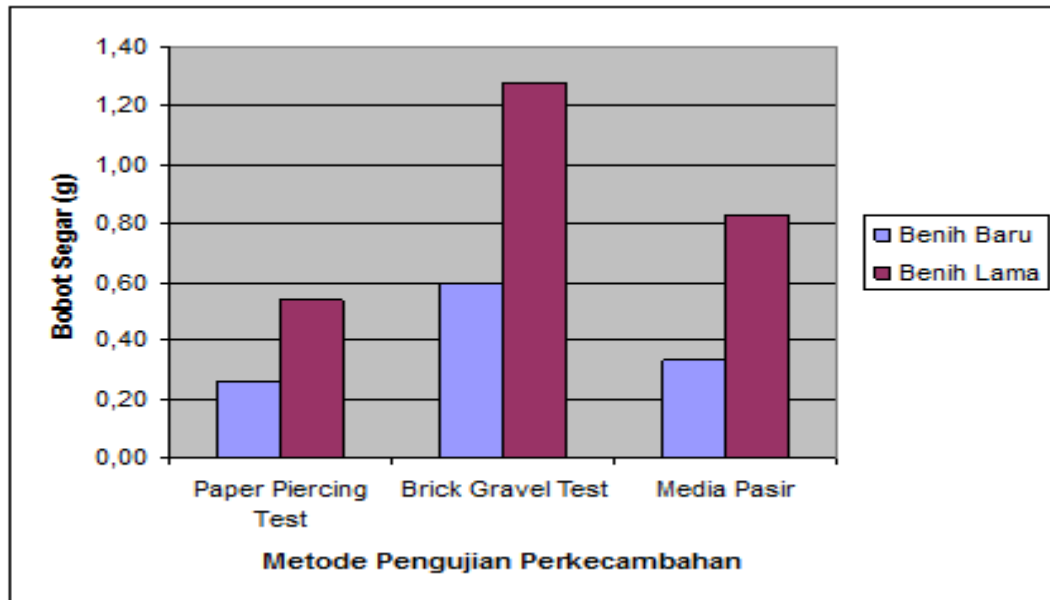
Pertumbuhan bibit yang baik diperlihatkan oleh bobot segar dan bobot kering bibit yang baik pula. Bobot kering bibit menunjukkan hasil asimilasi bersih dan mencerminkan aktivitas bibit selama pertumbuhan dan perkembangannya yaitu dalam merubah energi matahari menjadi energi kimia. Menurut Bohm (1979) panjang akar menunjukkan kemampuan penetrasi akar pada media tanam. Akar yang semakin panjang berarti kemampuan penetrasinya pada media tumbuh akan semakin baik begitu pula sebaliknya, sehingga kebutuhan air mampu dipenuhi oleh sistem perakaran bibit.

Hasil pengamatan terhadap bobot kering bibit kedelai pada berbagai metode pengujian viabilitas dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Bobot Segar Bibit Kedelai (g) pada Berbagai Metode Pengujian Viabilitas

Ulangan	Paper Piercing Test		Brick Gravel Test		Media Pasir	
	Baru	Lama	Baru	Lama	Baru	Lama
I	0,25	0,49	0,60	1,40	0,36	0,71
II	0,26	0,61	0,51	1,43	0,32	0,78
III	0,26	0,47	0,73	1,26	0,29	1,02
IV	0,25	0,60	0,57	1,02	0,33	0,82
Jumlah	1,02	2,18	2,42	5,11	1,31	3,33
rata-rata	0,26	0,54	0,60	1,28	0,33	0,83
ta	2,45		2,45		2,45	
t hit.	7,642		6,405		7,478	
	Keterangan: Berbeda nyata		Keterangan: Berbeda nyata		Keterangan: Berbeda nyata	

Pada tabel 4. di atas menunjukkan bahwa berbagai metode pengujian vigor menghasilkan perbedaan yang nyata antara benih baru dan lama. Untuk melihat perbedaan hasil pengujian berbagai media perkecambahan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Bobot Segar dan Bobot Kering (g) Biji Kedelai Lama dan Baru Pada Berbagai Metode Pengujian Vigor

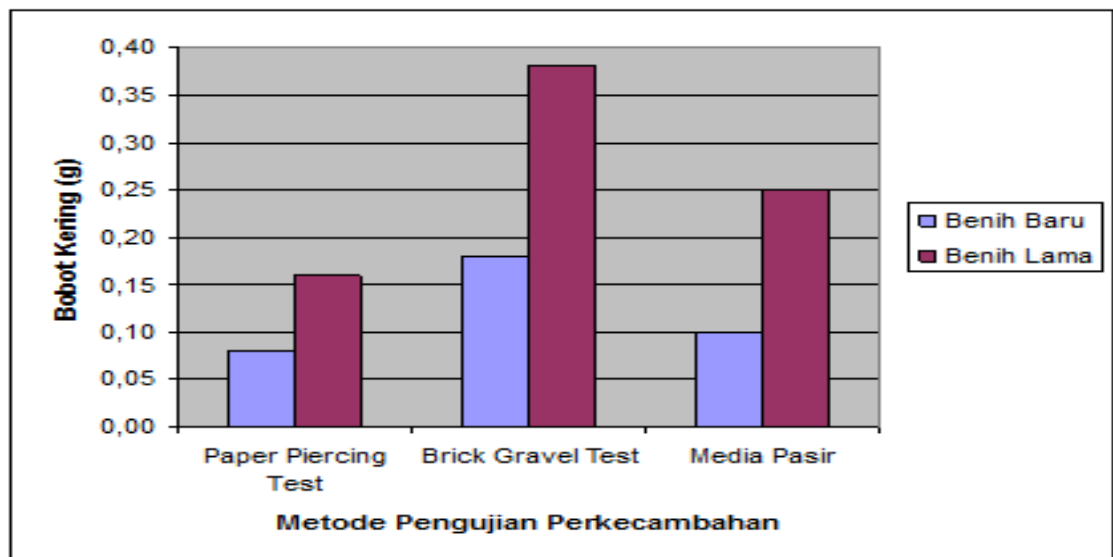
Berdasarkan gambar 4. di atas menunjukkan bahwa bobot segar dan kering tertinggi pada metode pengujian *Brick Gravel Test*, diikuti oleh *media pasir* dan *paper piercing test*. Pada berbagai metode pengujian, benih lama memiliki bobot segar dan kering (g) yang lebih tinggi dibanding benih baru.

Tabel 5. Bobot Kering Bibit Kedelai (g) pada Berbagai Metode Pengujian Viabilitas

Ulangan	Paper Piercing Test		Brick Gravel Test		Media Pasir	
	Baru	Lama	Baru	Lama	Baru	Lama
I	0,08	0,15	0,18	0,42	0,11	0,21
II	0,08	0,18	0,15	0,43	0,10	0,24
III	0,08	0,14	0,22	0,38	0,09	0,31
IV	0,07	0,18	0,17	0,31	0,10	0,25
Jumlah	0,31	0,65	0,73	1,53	0,39	1,00
rata-	0,08	0,16	0,18	0,38	0,10	0,25

rata			
ta	2,45	2,45	2,45
t hit.	7,635	6,405	7,481
Keterangan: Berbeda nyata		Keterangan: Berbeda nyata	Keterangan: Berbeda nyata

Tabel 5. di atas menunjukkan bahwa berbagai metode pengujian viabilitas (vigor biji) memberikan bobot kering bibit yang berbeda nyata antara benih baru dan lama. Untuk melihat perbedaan hasil pengujian berbagai media perkecambahan dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Bobot Kering (g) Biji Kedelai Lama dan Baru Pada Berbagai Metode Pengujian Vigor

Vigor biji yang baik memberikan pertumbuhan bibit yang baik sehingga mampu berperan dalam proses metabolisme bibit untuk menghasilkan senyawa organik yang akan mengakibatkan bobot kering bibit lebih tinggi. Menurut Gardner *et.al.* (1991) bobot kering bibit menunjukkan salah satu faktor dalam pertumbuhan yang menentukan hasil tanaman. Bobot kering yang rendah pada biji lama menunjukkan rendahnya persediaan makanan yang ada dalam biji yang seharusnya mendukung awal perkecambahan sebelum daun berfungsi sebagai organ fotosintesis.

Pembahasan umum

Berdasarkan hasil pengamatan percobaan menunjukan bahwa untuk perlakuan Paper Piercing Test pada parameter persentase perkecambahan, panjang akar, bobot basah dan bobot kering kecambah benih lama menunjukan nilai lebih tinggi dibanding benih baru. Pada perlakuan Brick Gravel Test pada parameter panjang akar, bobot basah dan bobot kering kecambah benih lama menunjukan nilai lebih tinggi dibanding benih baru, kecuali parameter persentase perkecambahan. Sedangkan pada perlakuan media pasir test pada parameter panjang akar, bobot basah dan bobot kering kecambah benih lama menunjukan nilai lebih tinggi dibanding benih baru, kecuali parameter persentase perkecambahan.

Diduga benih yang masih baru belum mengalami masak fisiologis, sehingga walaupun dengan kondisi lingkungan yang optimal, benih belum dapat berkecambah. Yudono (2006) menjelaskan bahwa embrio beberapa species tumbuhan belum masak fisiologis saat lepas dari tanaman induk dan memerlukan waktu untuk perkembangan selanjutnya sampai mampu berkecambah. Embrio yang belum masak, kecil bahkan belum mengalami differensiasi dan harus mengalami after ripening.

Persentase perkecambahan tertinggi dicapai pada paper piercing test untuk benih lama maupun baru. Hal itu menunjukkan bahwa pada awal perkecambahan membutuhkan kondisi media paper piercing, kemudian untuk pertumbuhan kecambah selanjutnya membutuhkan kondisi media brick gravel. Pertumbuhan kecambah selanjutnya membutuhkan media tanam yang menyediakan tidak hanya air tetapi diperlukan aerasi yang optimal untuk perkembangan akar yang pada akhirnya mendukung perkembangan tajuk.

Kesimpulan

1. Vigor suatu benih dapat dilihat dari kecepatan tumbuh benih.
2. Untuk mengetahui vigoritas benih dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain Percobaan Paper Piercing Test, Brick Gravel Test dan Media Pasir.
3. Benih lama memiliki vigor lebih baik dibanding dengan benih baru yang dipengaruhi oleh kandungan cadangan makanan dalam benih yang lebih banyak.
4. Benih lama, apabila disimpan sesuai dengan persyaratan penyimpanan benih menyebabkan turunnya vigor yang lambat, hal ini dibuktikan dengan benih lama memiliki vigor yang lebih baik dari benih baru.

DAFTAR PUSTAKA

Bohm, W. 1979. Methods of Studying Root System. Springer-Verlag Berlin. New York.

Copeland, L.O. 1980. Principles of Seed Science and Technology. Departement of Agronomy Ohio State University. Macmillan Publishing Company New York.

Gardner, F.P., R.B. Pearce dan R.L. Mitchell. 1991. Physiology of Crop Plants (Terjemahan Susilo, H dan Subiyanto). Universitas Indonesia Press Jakarta.

Kuswanto, H. 1996. Dasar-dasar Teknologi Produksi dan Sertifikasi Biji. Penerbit Andy Yogyakarta.

O'Toole, J.C. Chang. 1979. Drought Resistance of Cereal Rice a Case Study. John Wiley and Sons. New York.

Sadjad, S. 1975. Dasar-dasar Teknologi Biji. Departemen Agronomi IPB Bogor.

Sudikno, T.S. 1977. Teknologi Biji 1. Yayasan Pembina Fakultas Pertanian UGM Yogyakarta

Sutopo, L. 2002. Teknologi Biji. Rajawali Press Jakarta.

Taiz, L and E. Zeiger. 1998. Plant Physiology. Sinauer Associates. Inc. Publisher. Massachusetts.